

## **Metode Pengukuran kelulusan air pada tanah zone tak jenuh dengan lubang auger**

## DAFTAR ISI

	Halaman
Keputusan Menteri Pekerjaan Umum	
Daftar Isi .....	v
 BAB I        DESKRIPSI .....	1
1.1        Maksud dan Tujuan .....	1
1.1.1    Maksud .....	1
1.1.2    Tujuan .....	1
1.2        Ruang Lingkup .....	1
1.3        Pengertian .....	1
 BAB II        PERSYARATAN PENGUKURAN .....	3
2.1        Penanggung Jawab Pengukuran .....	3
2.2        Pengukuran .....	3
2.3        Data .....	3
 BAB III       KETENTUAN-KETENTUAN .....	4
3.1        Peralatan .....	4
3.2        Lubang Pengukuran .....	4
3.3        Rumus-rumus Perhitungan .....	4
 BAB IV        CARA PENGUKURAN .....	6
 BAB V        LAPORAN PENGUKURAN .....	8
 LAMPIRAN A    DAFTAR ISTILAH .....	9
DAFTAR NOTASI .....	10
 LAMPIRAN B    LAIN-LAIN .....	11
 LAMPIRAN C    DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA .....	14

## BAB I

### DESKRIPSI

#### 1.1 Maksud dan Tujuan

##### 1.1.1 Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengukuran kelulusan air pada tanah zone tak jenuh.

##### 1.1.2 Tujuan

Tujuan pengukuran ini untuk mendapatkan nilai kelulusan air pada tanah zone tak jenuh.

#### 1.2 Ruang Lingkup

Metode pengukuran ini :

- 1) membahas : persyaratan, ketentuan-ketentuan, cara pengukuran dan laporan.
- 2) hanya berlaku pada tanah zone tak jenuh.

#### 1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode ini:

- 1) tanah zone tak jenuh adalah lapisan tanah yang berada di atas muka airtanah;
- 2) airtanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah dan menempati akiifer;
- 3) akiifer adalah suatu lapisan batuan pembawa air;
- 4) auger adalah suatu jenis alat untuk membuat lubang pada tanah dengan cara diputar baik dengan tangan maupun mesin yang mempunyai ukuran diameter dan panjang stang tertentu;
- 5) lubang auger adalah suatu lubang yang dibuat dengan auger dan tidak sampai menembus muka airtanah;
- 6) surutan atau penurunan adalah perbedaan dalam satuan panjang antara permukaan air lubang pada suatu waktu dengan waktu berikutnya;



- 7) kelulusan air adalah kemampuan suatu media poros meluluskan air per satuan waktu menunjukkan banyaknya air yang dapat melewati suatu media poros dan dinyatakan dalam satuan panjang per satuan waktu;
- 8) kelembaban tanah adalah besarnya perbandingan antara volume air yang mengisi ruang pori dengan volume mineral tanahnya;
- 9) kapasitas lapangan adalah suatu keadaan tanah dengan kelembaban tanah tertentu dan seluruh pori mikro tanah tersebut terisi air, setelah air dalam pori makro terdrainase;
- 10) pori makro adalah pori dengan ukuran tertentu sehingga air yang terdapat di dalamnya akan didrainasekan lewat penampang tanah;
- 11) pori mikro adalah pori yang lebih kecil ukurannya sehingga air yang terdapat didalamnya akan diikat dengan kuat oleh tanah, dan tidak dapat dialirkan lewat penampang tanah.

## BAB II

### PERSYARATAN PENGUKURAN

#### 2.1 Petugas dan Penanggung Jawab

Nama petugas dan penanggung jawab hasil pengukuran harus ditulis dan dibubuhi tanda tangan serta tanggal yang jelas.

#### 2.2 Pengukuran

Ihwal yang perlu diperhatikan :

- 1) kelembaban tanah sekeliling lubang harus pada keadaan kapasitas lapangan untuk tanah yang bersangkutan;
- 2) sifat-sifat tanah secara tegak dalam kolom pengukuran dianggap homogen dan isotropis;
- 3) aliran air dalam pori tanah dianggap aliran laminar.

#### 2.3 Data

Data yang harus tersedia untuk menunjang pengukuran:

- 1) peta topografi;
- 2) peta jenis tanah;
- 3) peta tataguna lahan;
- 4) data muka airtanah.



## BAB III

### KETENTUAN-KETENTUAN

#### 3.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini harus memenuhi ketentuan teknis yang berlaku :

- 1) auger dapat berupa auger tangan atau auger mesin dengan panjang stang disesuaikan dengan kebutuhan;
- 2) alat pencatat waktu dengan ketelitian 0.5 detik;
- 3) alat pengukur surutan muka air dengan ketelitian 0.1 cm;
- 4) semua alat ukur harus dikalibrasi, tergantung pada ketentuan jenis alatnya dan/atau pada saat diperlukan.

#### 3.2 Lubang Pengukuran

Lubang pengukuran untuk mengukur kelulusan air pada tanah zone tak jenuh dengan Inversed Auger Hole perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) lubang pengukuran dengan diameter maksimum 25 cm;
- 2) kedalaman lubang pengukuran tidak mencapai muka air-tanah;
- 3) lubang pengukuran tidak terpengaruh oleh sumber air permukaan;
- 4) kelembaban tanah sekeliling lubang pengukuran harus pada keadaan kapasitas lapangan;
- 5) lubang dibuat pada tanah yang stabil tidak mudah longsor.

#### 3.3 Rumus-Rumus Perhitungan

Rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan pengukuran kelulusan air pada tanah zone tak jenuh dengan Inversed Auger Hole :

- 1) untuk satu lapisan tanah yang bersifat homogen dan isotropis, sebagai berikut:

$$K = 1.15 \, r \, a \dots\dots\dots(1)$$

keterangan :

K = nilai kelulusan tanah (cm/jam );  
r = jari-jari lubang pengukuran (cm);  
a = koefisien;

2) untuk mendapatkan nilai koefisien a dapat dilakukan dengan 2 cara :

(1) cara grafis dilakukan dengan memplot data pengukuran pada kertas grafik semi-log dan koefisien a didapat dengan menggunakan rumus :

$$a = \left( \frac{\log(h(t_m) + r/2) - \log(h(t_n) + r/2)}{t_n - t_m} \right) \dots (2)$$

(2) cara analitis dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{N(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots \dots \dots (3)$$

keterangan:

r = jari-jari sumur (cm);

$h(t_i)$  = ketebalan air dalam sumur pada waktu  $t_n$  (cm);

a = koefisien arah dari garis regresi antara  $\log(h(t_i) + r/2)$  dengan  $t_i$ ;

N = jumlah data;

$Y_i$  =  $\log(h(t_i) + r/2)$ ;

$X_i$  =  $t_i$ ;

$t_i$  = waktu sejak mulai pengujian sampai pada pengamatan ke i (detik).

3) untuk menghitung ketebalan air dalam lubang pengukuran adalah sebagai berikut:

$h_{t_i}$  ✓  $h(t_i) = D - H(t_i) \dots \dots \dots (4)$   
keterangan :

D = ketinggian standar acuan pengukuran dari dasar sumur;

$H(t_i)$  = data pengukuran pada waktu ke i (cm);



## BAB IV

### CARA PENGUKURAN

Lakukan persiapan pengukuran, tahapan pengukuran, perhitungan, penggambaran dan interpretasinya, sebagai berikut:

1) kerjakan persiapan pengukuran dengan urutan sebagai berikut:

- (1) buat lubang dengan menggunakan auger sampai kedalaman yang akan diukur sambil amati contoh tanah dari lubang tersebut.
- (2) buat lubang lain untuk pengukuran masing-masing lapisan jika terdapat dua atau lebih lapisan tanah yang diduga mempunyai sifat yang berbeda;
- (3) isi sumur tersebut dengan air sampai penuh, jika air telah habis kemudian isi kembali sampai beberapa kali supaya kelembaban tanah di sekeliling sumur mencapai kapasitas lapangannya.
- (4) pasang alat ukur surutan muka air pada titik tetap pengukuran di lubang yang akan diukur, contoh lihat gambar 1;
- (5) ukur ketinggian titik tetap pengukuran dari muka tanah dan dasar sumur, kedalaman dan diameter sumur, catat nomor lokasi, lokasi, tanggal dan jam pengukuran, keadaan tanah, cuaca, vegetasi, penguji, pengawas dan penanggung jawab pengukuran.

2) kerjakan tahap pengukuran dengan urutan sebagai berikut:

- (1) isi sumur dengan air sampai ketinggian sesuai dengan ketebalan lapisan tanah yang akan diuji dan hidupkan alat pengukur waktu;
- (2) ukur waktu ( $t_i$ ) dalam menit atau detik dan  $H(t_i)$  dalam cm tiap surutan mencapai 1 atau 2 atau 5 cm tergantung dari ketebalan lapisan tanah yang diukur dan kecepatan penurunan muka air, dan catat dalam formulir pengukuran seperti terlihat pada Lampiran B tabel 1;
- (3) hentikan pengukuran jika muka air telah mencapai dasar lubang;
- (4) ulangi langkah (1) sampai (4) sebanyak 2 atau 3 kali tergantung dari kelembaban dan tekstur tanah tempat pengukuran.



3) kerjakan tahap perhitungan dengan urutan sebagai berikut:

- (1) hitung ketebalan air sumur tiap pengukuran dengan menggunakan rumus 4, hasilnya tambah dengan  $r/2$ ;
  - (2) gambarkan berupa titik-titik dengan semua nilai  $(h(t_i) + r/2)$  pada sumbu tegak skala logaritmik dan waktu  $(t_i)$  pada sumbu mendatar skala normal, tarik garis lurus yang menggambarkan titik-titik tersebut dan tentukan koefisien arah garis  $a$  dengan menggunakan rumus nomor 2;
  - (3) lakukan perhitungan regresi untuk mendapat koefisien  $a$  jika sub butir (2) tidak mungkin dilaksanakan, dengan menggunakan rumus nomor 3;
  - (4) masukkan nilai koefisien  $a$  yang didapat pada rumus nomor 1;
- 4) catat hasil perhitungan kelulusan air pada tanah zone tak jenuh.

## BAB V

### LAPORAN PENGUKURAN

Hasil pengukuran dibuat dalam satu bentuk laporan yang memuat, antara lain:

- 1) formulir tabel hasil pengukuran seperti terlihat pada lampiran B tabel 1, berisikan:
  - (1) nomor lokasi, lokasi pengukuran, elevasi, vegetasi sekitarnya, cuaca, kelembaban tanah secara kualitatif, tanggal dan waktu pengukuran;
  - (2) laporan dibubuhi tanda tangan petugas pengukur, pengawas dan penanggung jawab;
- 2) foto kegiatan dan laporan keadaan geologi serta jenis tanah setempat, mata air jika ada, kedalaman muka airtanah sekitar tempat pengukuran;
- 3) nilai kelulusan tanah hasil perhitungan serta grafik jika digunakan cara grafis.



LAMPIRAN A  
DAFTAR ISTILAH

tanah	: <i>soil</i>
zone tak jenuh	: <i>unsaturated zones</i>
airtanah	: <i>groundwater</i>
akifer	: <i>aquifer</i>
kelulusan tanah	: <i>soil permeability</i>
surutan	: <i>drawdown</i>
lubang auger	: <i>auger hole</i>
kapasitas lapangan	: <i>field capacity</i>
kelembaban tanah	: <i>soil moisture</i>
lapisan tanah	: <i>soil layer</i>

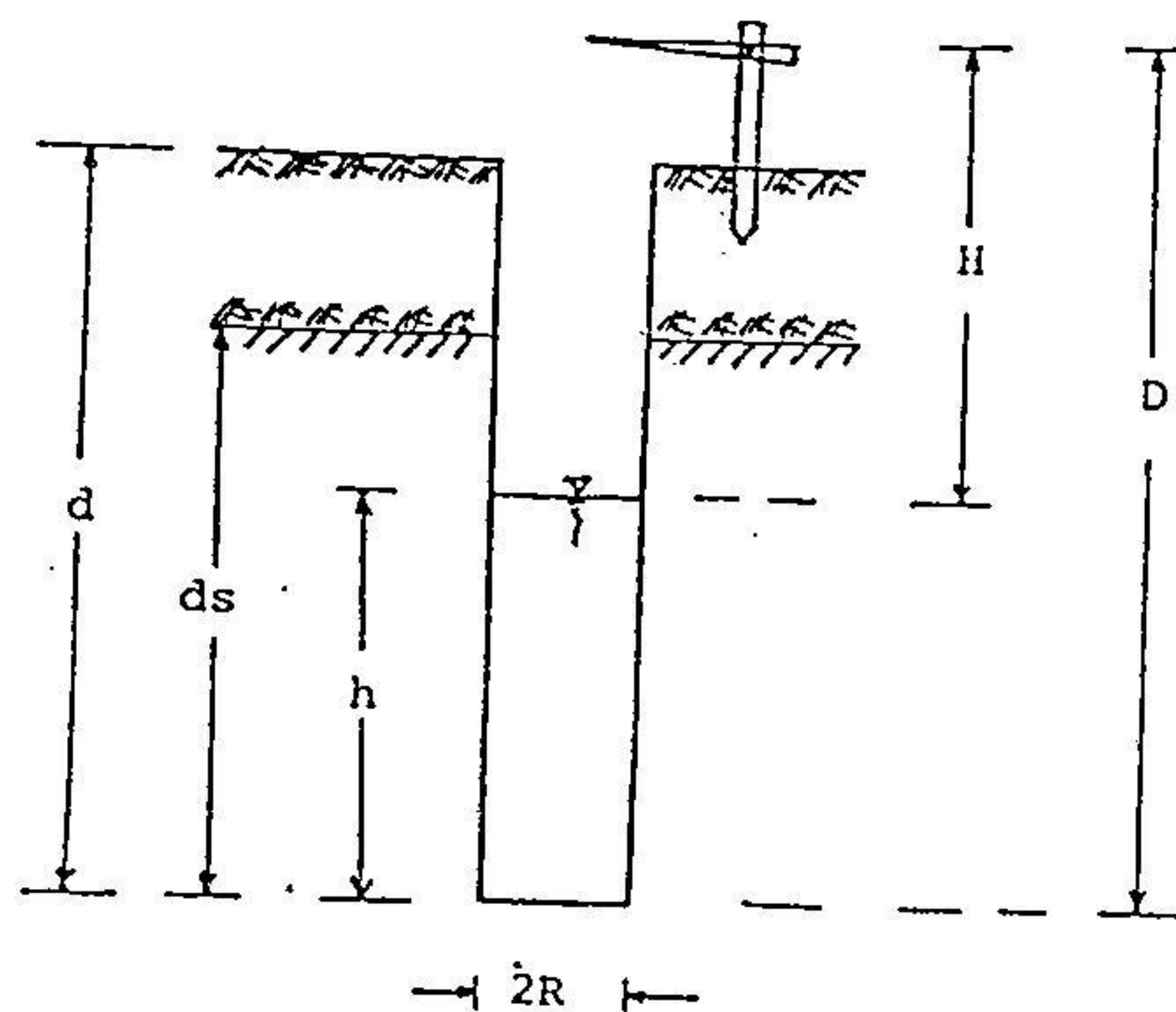
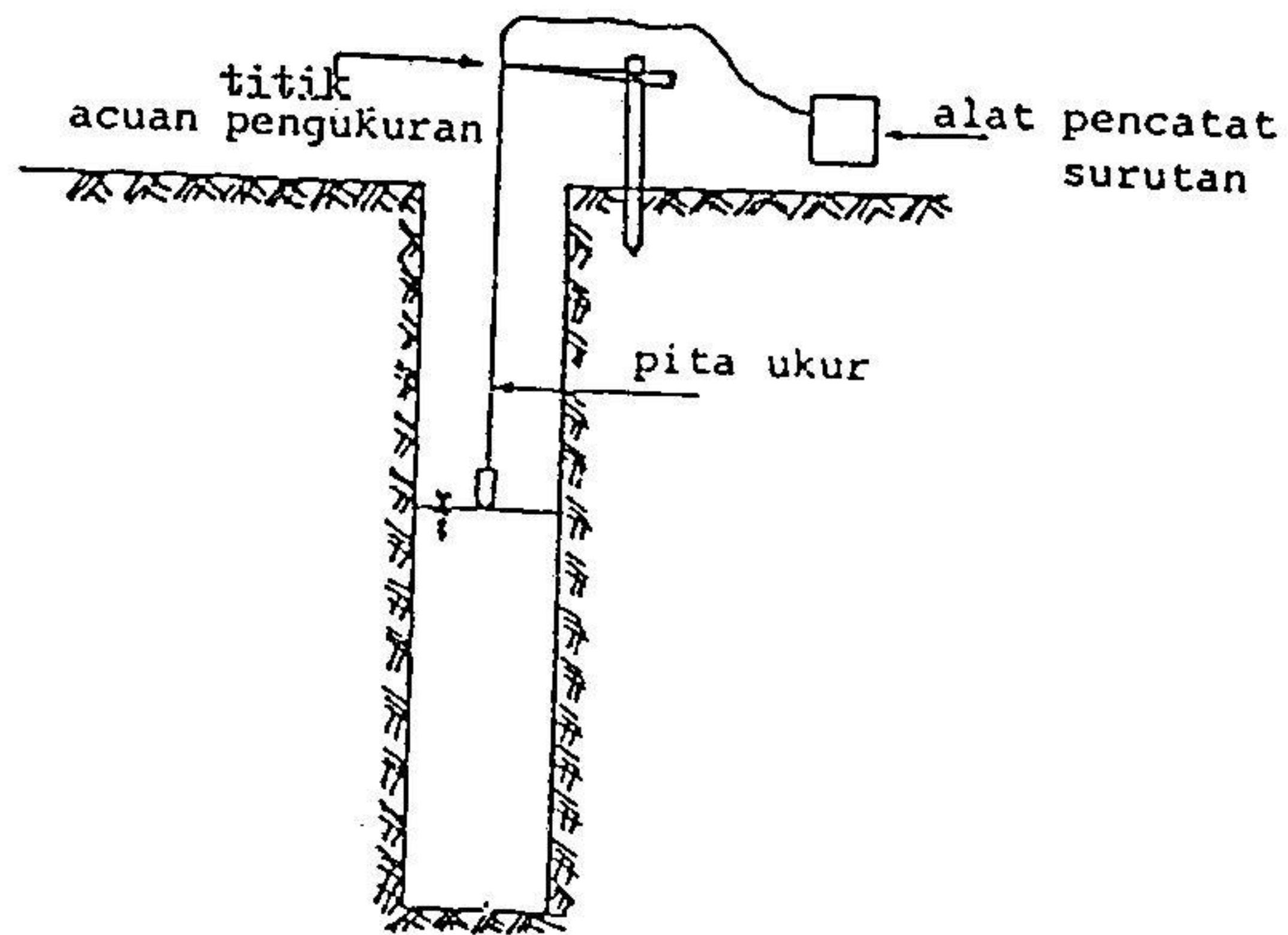
## DAFTAR NOTASI

K = nilai kelulusan rata-rata (m/hari);  
r = jari-jari sumur (cm);  
D = ketinggian standar acuan pengukuran dari dasar sumur (cm);  
H = ketinggian standar acuan pengukuran dari muka air (cm);  
h = ketebalan air dalam sumur (cm);  
t = waktu pengujian.  
ds = ketebalan lapisan tanah yang diukur nilai kelulusannya



## LAMPIRAN B

### LAIN LAIN



Keterangan :

- d = kedalamam sumur dari muka tanah
- ds = ketebalan lapisan tanah yang diuji
- D = ketinggian titik acuan dari dasar sumur
- H = muka air dari titik acuan pengukuran (diukur)
- h = kedalamam kolom air dalam sumur
- R = jari-jari sumur

GAMBAR 1

SKETSA PEMASANGAN PERALATAN PENGUJIAN

### CONTOH ISIAN FORMULIR :

TABEL 1

FORMULIR PENGUKURAN KELULUSAN TANAH ZONE TAK JENUH  
DENGAN INVERSED AUGER HOLE

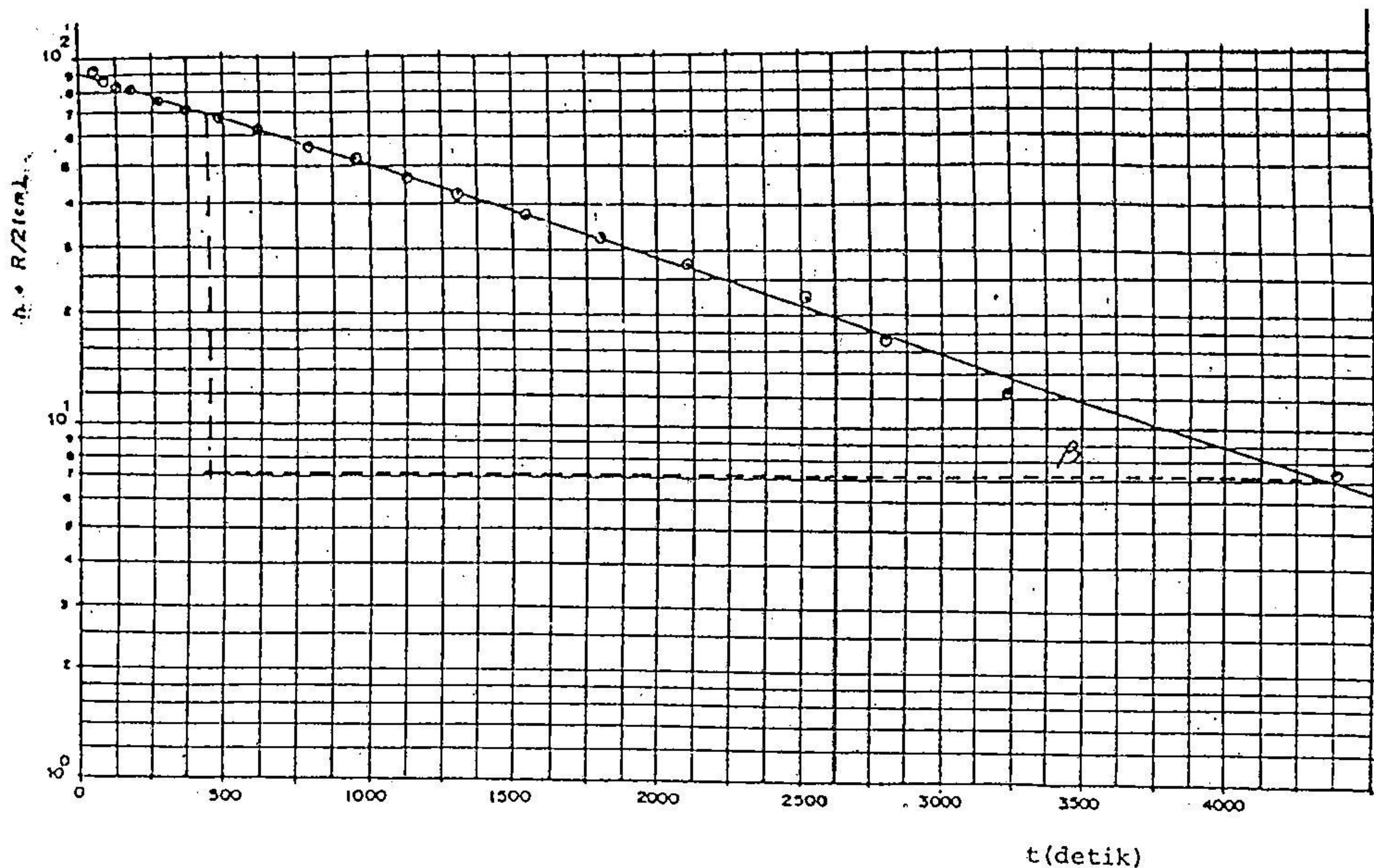
```

=====
No. Lokasi      : 05                                ulangan : 2
Lokasi          : Gunung Putri, Cibinong, Bogor
Tanggal/jam     : 12 Desember 1989
elevasi         :
keadaan tanah   : basah / kering / lembab
cuaca           : hujan / cerah / mendung / gerimis
vegetasi        : perkebunan karet
kedalaman dari m.t. : 100 cm                jari-jari lubang: 5 cm
kedalaman dari acuan : 132
penguji         : Herman Suratman              t.t. :
pengawas        : Haris Yuswandi              t.t. :
penanggung jawab : Ir. Wawan Herawan          t.t. :
=====

```

[illegible]





GAMBAR 2  
GRAFIK DAN HASIL PERHITUNGAN PENGUJIAN TANAH LAJUR TAK JENUH  
DENGAN INVERSED AUGER HOLE  
*Lubang Auger*

No/ulangan/Lokasi : 05/2/Gunung Putri, Cibinong, Bogor

A. Hasil perhitungan secara grafis:

$$a = \tan B = \frac{1}{4375 - 450} = \frac{1}{3925} = 2.547 \times 10^{-4}$$

$$\begin{aligned} K &= 1.15 \, r \, a = 1.15 \times 5 \times 2.547 \times 10^{-4} \text{ cm/dt} \\ &= 0.0015 \text{ cm/detik} \\ &= 5.27 \text{ cm/jam} \\ &= 1.27 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

B. Hasil perhitungan secara analitis:

N = 19	Σ X <sub>i</sub> = 611424529	
Σ Y <sub>i</sub> = 31.066	Σ X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> = 636318.037	
	Σ X <sub>i</sub> <sup>2</sup> = 59463529	

dengan menggunakan rumus 3 didapat  $a = 2.543 \times 10^{-4}$

$$\begin{aligned} K &= 1.15 \, r \, a = 1.15 \times 5 \times 2.543 \times 10^{-4} \text{ cm/dt} \\ &= 0.00146 \text{ cm/detik} \\ &= 5.26 \text{ cm/jam} \\ &= 1.26 \text{ m/hari} \end{aligned}$$



## LAMPIRAN C

### DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA

1) Pemrakarsa

Pusat Litbang Pengairan, Badan Litbang PU

2) Penyusun

N A M A	LEMBAGA
Ir. Wawan Herawan	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Runtiarko, M.Sc.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Adang S. Sadikin	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Maman Abdurachman	Pusat Litbang Pengairan
Drs. Soekanto Rahardjo	Pusat Litbang Pengairan

3) Susunan Panitia Tetap Standardisasi

JABATAN	EX-OFFICIO	N A M A
Ketua	Kepala Badan Litbang PU	Ir. Soenarjono Danoedjo
Sekretaris	Sekretaris Badan Litbang PU	Ir. Sunaryo Sumadji
Anggota	Kepala Pusat Litbang Pengairan	Dr. Ir. Badruddin Machbub
Anggota	Kepala Pusat Litbang Jalan	Ir. Soedarmanto Darmonegoro
Anggota	Kepala Pusat Litbang Pemukiman	Ir. H. R. Sidjabat
Anggota	Sekretaris Ditjen Pengairan	Ir. Muhamad Hardjono
Anggota	Sekretaris Ditjen Bina Marga	Ir. Djoko Asmoro
Anggota	Sekretaris Ditjen Cipta Karya	Ir. Soeratmo Notodipoero
Anggota	Kepala Biro Bina Sarana Perusahaan	Drs. Endang Sasmita
Anggota	Kepala Biro Hukum	Ali Muhammad, S.H.



## 4) Susunan Panitia Kerja

JABATAN	N A M A	LEMBAGA
Ketua Wk. Ketua	Ir. Mohammad Hardjono Ir. M. Yusuf Gayo Ir. Waloeyono, Dip.HE. Ir. Soenarno, M.Sc. Ir. Martono Ir. Djoko S. Sardjono	Set Ditjen Pengairan Direktorat Sungai Direktorat Rawa Direktorat Irigasi I Direktorat Irigasi II Direktorat Bina Program Pengairan
Sekretaris	Ir. Sakdoen, Dipl. HE. Dr. Ir. Badruddin Machbub	Direktorat Peralatan Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Joesron Loebis, M.Eng.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Carlina Soetjiono, Dipl. HE.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Syamsudin	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Moch. Memed, Dipl.HE.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Ibnu Kasiro, Dipl.HE.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Suradji	Direktorat Sungai
Anggota	Ir. Mashudi, Dipl. HE.	Direktorat Irigasi I
Anggota	Ir. Rapiali Zainuddin, Dipl. AIT.	Direktorat Irigasi II
Anggota	Ir. Hartoyo Suprijanto M.Eng.	Direktorat Rawa
Anggota	Ir. Suweko Wiraya- sudarma	I T B
Anggota	Ir. Martono Martodi- putro	I T B
Anggota	Djumadi, ME.	Set. Ditjen Pengairan
Anggota	Djoko Sasongko, M.Sc.	Direktorat Sungai
Anggota	Ir. Dyah R. Pangesti, Dipl. HE.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Suharyono, M.Eng.	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Sunadji	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Ir. Lolly Martina M.	Set. Badan Litbang PU
Anggota	Ir. Ismet Inonu	Kanwil PU Jawa Barat
Anggota	Ir. Sri Hernowo M,	Perum Otorita Jatiluhur
Anggota	Ir. Soedarwoto, M.Sc.	U N P A R
Anggota	Ir. Radhi Sinaro, Dipl. HE.	H A T H I
Anggota	Ir. Husni Sabar, Dipl. HE.	P L N - P P E
Anggota	Ir. Bernard Sadani	INKINDO Jawa Barat
Anggota	Ir. Yugiswara	PT. Indah Karya
Anggota	Ir. Soendjojo, Dipl.HE	Bipowered
Anggota	Sukandar, BE.MBA.	PT. Isuda Parama



5) Peserta Konsensus

N A M A	INSTANSI
Ir. Joesron Loebis, M.Eng.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Endang Ariani, Dipl.HE.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Sunadji	Pusat Litbang Pengairan
Drs. Trenggono	Pusat Litbang Pengairan
Romelan, BE.	Set Ditjen Pengairan
Djoko Sasongko, M.Sc.	Direktorat Sungai
Djoko Mudjihardjo, ME.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Yugiswara	Konsultan PT. Indah Karya
Ir. Ismet Inonu	Kanwil PU Jabar
Ir. Suweko Wirayasudarma	ITB
Drs. Basuki	Direktorat Rawa
Nyoman Cenik, BE.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Maman Abdurachman	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Wawan Herawan	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Adang Sadikin S.	Pusat Litbang Pengairan
Abdul Rouf, BE.	Pusat Litbang Pengairan
Ir. Soedarwoto, M.Sc.	U N P A R
Ir. Djoko S. Warmanto	PLN - PPE
Epep Kosima, BE.	Pusat Litbang Pengairan

